



**ROCKWOOL®**  
F I R E S A F E I N S U L A T I O N

## CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES

Toiture Chaude en cuivre

# TECU®

Le présent Cahier des Clauses Techniques Edition du 28 novembre 2008, comportant au format 21 x 29,7 –imprimées recto seulement - une page première de couverture et trente cinq pages de texte, tableaux et figures, rédigé par **KME France S.A.S.**, a été examiné par **QUALICONSULT** dans le cadre de la mission " Avis sur procédé " 071 92 08 00018 MS en date du 21 mai 2008 constituant Enquête de Technique Nouvelle. Dans son rapport rendant compte de celle-ci, **QUALICONSULT** a formulé, le 1<sup>er</sup> décembre 2008, un Avis de Principe - au stade de la conception - portant le numéro 50 712 004 121 MS. Le cachet de **QUALICONSULT** et le paraphe du Chef de Produit Clos & Couvert qui a émis et rédigé ce rapport, certifient l'examen de chaque page de ce document qui ne peut être communiqué qu'avec l'intégralité de l'Avis de Principe précité.

Le Chef de Produit Clos & Couvert



  
Marc SASSOT

**KME France SAS**  
11 bis, rue de l'Hôtel de Ville  
92411 COURBEVOIE Cedex  
France

Tél : +33 (0) 1 47 89 68 68  
Fax : +33 (0) 1 46 67 86 84

**Rockwool France**  
111 rue du Château des Rentiers  
75013 PARIS  
France

Tél : +33 (0) 1 40 77 83 28  
Fax : +33 (0) 1 40 77 80 44

Edition du 28/11/2008

## Sommaire

1. Généralités.....	3
1.1 Définition.....	3
1.2 Principe.....	4
2. Description des éléments et matériaux.....	6
2.1 Eléments Porteurs.....	6
2.2 Pare Vapeur.....	6
2.3 Isolation thermique.....	7
2.4 Système de fixation.....	11
2.5 Ecran d'interposition.....	14
2.6 Cuivre TECU <sup>®</sup> .....	14
3. Fabrication et contrôle.....	14
4. Mise en œuvre.....	15
4.1 Pente de la couverture.....	15
4.2 Calepinage des fixations.....	15
4.3 Pose du complexe de toiture.....	18
4.3.1. Approvisionnement et circulation en toiture.....	18
4.3.2. Pose du support.....	18
4.3.3. Pose du pare vapeur.....	20
4.3.4. Pose de l'isolant.....	21
4.3.5. Pose de l'écran d'interposition.....	21
4.3.6 Pose de la couverture cuivre.....	22
4.4 Disposition spécifiques aux toitures courbes.....	22
5. Traitement des points singuliers.....	25
6. Organisation de la mise en œuvre.....	35
7. Assistance technique.....	35
8. Qualification des entreprises de pose.....	35
9. Résultats expérimentaux, certifications, validations.....	36



## 1. Généralités

### 1.1 Définition

Le système de Toiture Chaude TECU® permet la réalisation d'une couverture en cuivre :

- en construction neuve sur éléments porteurs béton, tôles d'acier nervurées et bois,
- en réfection totale d'une toiture (dépose du support existant en bois ou en tôles d'acier nervurées).

Il est destiné aux toitures :

- pente minimale de 5 % (2.86°) et maximale 173% (60°)
- de forme plane ou courbe
- situées sur des locaux de faible, moyenne hygrométrie
- en climat de plaine (altitude < 900 m)
- en région de vent Zone 1, 2, 3 ou 4 et en site protégé, normal ou exposé

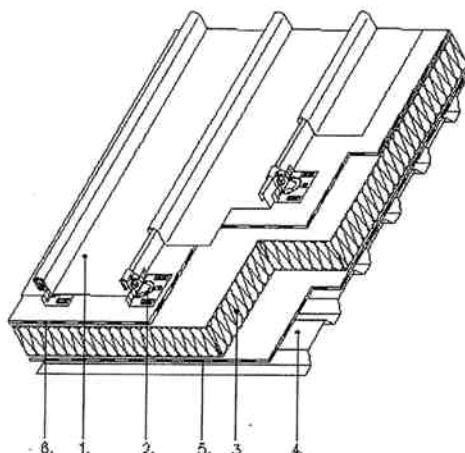
*Le présent cahier des clauses techniques précise, complète et modifie les référentiels cités en fonction des caractéristiques du système et de ses produits complémentaires.*



## 1.2 Principe

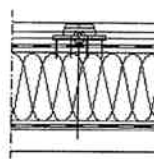
Le système de Toiture Chaude TECU® est un complexe de toiture chaude à fixations traversantes composé :

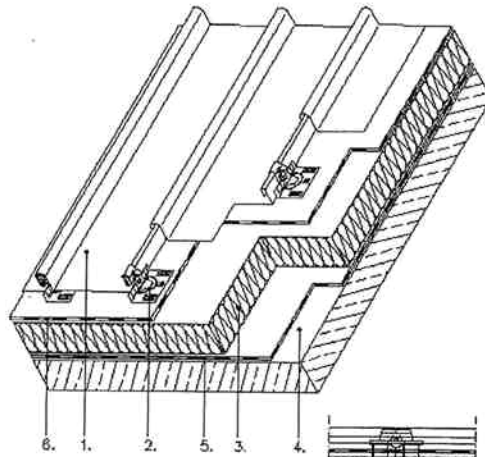
- d'un support de type bac acier nervuré (Fig. n°1), béton (Fig. n°2) ou bois (Fig. n°3) recouvert d'une couche pare vapeur,
- d'un isolant en laine minérale de type DD (Dual Density) de ROCKWOOL France et recouvert d'un écran d'interposition,
- d'un système de fixation comportant des pattes-plaquettes, éventuellement associées à des buses plastiques. Ces pattes-plaquettes sont fixes ou coulissantes,
- d'une couverture en cuivre TECU® pose joint debout.



1. Cuivre TECU
2. Patte de fixation
3. Isolation
4. Bac acier
5. Pare-vapeur
6. Ecran d'interposition

Fig. n°1





1. Cuivre TECU
2. Patte de fixation
3. Isolation
4. Support béton
5. Pare-vapeur
6. Ecran d'interposition

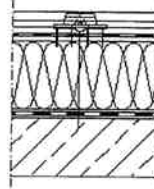
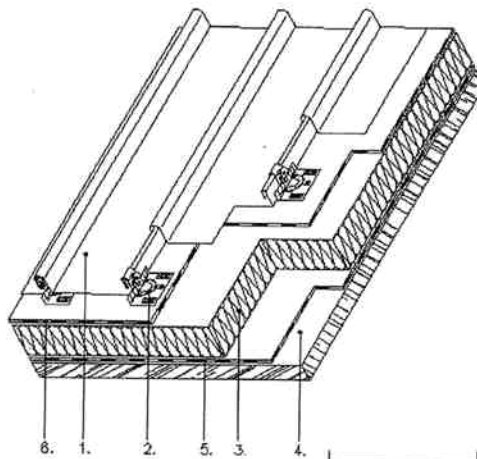


Fig.n°2



1. Cuivre TECU
2. Patte de fixation
3. Isolation
4. Support bois
5. Pare-vapeur
6. Ecran d'interposition

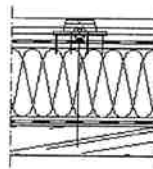


Fig. n°3



## 2. Descriptions des éléments et matériaux

### 2.1. Eléments porteurs (non fournis par KME)

#### Eléments porteurs en tôles d'acier nervurés

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, sont conformes à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) « Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité ».

#### Eléments porteurs et supports en maçonnerie

Les éléments porteurs et support en maçonnerie sont conformes aux normes :

NF P 10-203 (DTU 20.12) « Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité » à l'exception des formes de pente en béton lourd ou léger, des voiles précontraints, des voiles minces préfabriqués, des corps creux avec ou sans chape de répartition, des planchers à chauffage intégré, des plancher comportant des distributions électriques noyées.

NF P 84-205 (DTU 43.2) « Etanchéité des toitures avec éléments porteurs en maçonnerie de pente supérieure à 5% »

Exclusion : Les supports en béton cellulaires ne sont pas visés.

#### Eléments porteurs en bois et dérivés du bois

Les éléments porteurs traditionnels en bois et panneaux dérivés du bois sont conformes à la norme NF P 84-207 (DTU 43.4) « Toiture en éléments porteurs en bois ou panneaux dérivés du bois avec revêtement d'étanchéité », ou à un Avis Technique favorable pour l'emploi en couverture à partir de 5%.

Le support doit présenter une épaisseur minimale de 15 mm dans le cas de contreplaqué ou de bois massif et de 18 mm dans le cas de panneaux de particules et OSB.

Les panneaux OSB doivent être conforme à la norme EN 300.

### 2.2. Pare vapeur (non fournis par KME)

La description du pare vapeur permet de définir les caractéristiques minimales à respecter.

Les fabricants de pare vapeur pourront proposer des procédés techniquement équivalents ou supérieurs bénéficiant des validations nécessaires.



### Support bac acier nervuré plein

En faible hygrométrie :

Ecran conforme à la norme NF P 84.314 (cf. 7.1.1.2.2.) en voile de verre 60g/m<sup>2</sup> sur une feuille d'aluminium d'épaisseur 0,04 mm

En moyenne hygrométrie :

Feuille d'aluminium bitumé conforme à la norme NF P 84.310

### Support bac acier nervuré perforé

Il faut adopter les spécifications prévues pour les bâtiments de moyenne à forte hygrométrie intermittente.

### Support béton (cf. DTU 43.2 § 4.3.2.2.)

En faible et moyenne hygrométrie :

Une couche d'EIF (Enduit d'Imprégnation à Froid)

Une chape bitume armé BA 40 TV soudée conforme à la norme NF P 84.303.

### Support bois et panneaux dérivé du bois (cf. DTU 43.4 § 5.2 – Faible et moyenne hygrométrie)

Un feutre bitumé 36 S CF ou VV-HR conforme à la norme NF P 84-302 ou NF P 84-313

## 2.3. Isolation thermique

Les isolants admis sont des panneaux isolants en laine minérale rigide de la société ROCKWOOL France titulaires d'un DTA ou d'une ETN par un Contrôleur Technique Agréé, en cours de validité, en tant que panneau isolant non porteur, support d'étanchéité de toiture.

Les caractéristiques des produits retenus et connus à la parution du présent document sont :

Sur support acier ou bois : HARDROCK 2 NU

- isolant nu
- Contrainte à 10 % de compression (selon NF EN 826)  $\geq 50$  kPa
- Tassement sous charge répartie (selon UEAtc) : classe B
- Dual Density : couche supérieure du panneau sur-densifiée
- Densité globale du panneau : 135 kg / m<sup>3</sup> à 150 kg / m<sup>3</sup>
- Résistance en charge ponctuelle (selon NF EN 12430) :  $\geq 500$  N (sous un disque de 50 cm<sup>2</sup>)
- Protection incendie : Euroclasse A1 (incombustible)



Sur support béton : ROCKUP C NU

- isolant nu
- Contrainte à 10 % de compression (selon NF EN 826)  $\geq 70$  kPa
- Tassement sous charge répartie (selon UEAtc) : classe C
- Dual Density : couche supérieure du panneau sur-densifiée
- Densité globale du panneau : 145 kg / m<sup>3</sup> à 185 kg / m<sup>3</sup>
- Protection incendie : Euroclasse A1 (incombustible)

Pour la réalisation de coyaux, il est possible d'avoir recours à des isolants de section triangulaire ou trapézoïdale sous DTA ou ETN par un Contrôleur Technique Agréé. Une découpe est alors réalisée chez un transformateur pour la constitution de panneaux à pente intégrée.

### Etudes Thermiques :

Le certificat ACERMI fait état de ses performances thermiques (il appartiendra à l'utilisateur de se référer à celui de l'année en cours).

Les tableaux suivants donnent, en fonction de l'épaisseur d'isolant, la résistance thermique utile  $R_{\text{isolant}}$  à prendre en compte lors du calcul des coefficients de déperdition thermique.

Sur support acier ou bois :

Ep (mm)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
R(m <sup>2</sup> K/W)	1.25	1.35	1.5	1.6	1.75	1.85	2.00	2.1	2.25	2.35	2.5	2.6	2.75	2.85	3.00	3.10	3.25	3.35	3.5	3.6	3.75	3.85	4

Sur support béton :

Ep (mm)	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
R(m <sup>2</sup> K/W)	1.75	1.90	2.05	2.15	2.30	2.40	2.55	2.65	2.80	2.90	3.05	3.20	3.30

D'une manière générale, la résistance thermique de la toiture terrasse est définie aux CCTP du lot « couverture » par la maîtrise d'œuvre en fonction d'études thermiques spécifiques conformes à la réglementation thermique en vigueur.







Exemple de calcul thermique :

Sur Tôle acier nervuré de 0,75 mm, couverture cuivre de 0.6mm, largeur de feuille de 670mm, système de fixation classique, vis de 4,8mm de diamètre, bâtiment de 10 mètres de haut, 1000 m<sup>2</sup>, zone 2 exposition normale, zone de rives : 140m<sup>2</sup>, zones d'angles (non considérées dans cet exemple)

Objectif :  $U_p < 0,34$

$$U_c = 1 / (\sum R + R_{se} + R_{si}) = 1 / ((0,00075/50) + (0,0006/380) + R_{isolant} + 0,14) = 1 / (0,1400307 + R_{isolant})$$

$$(\sum X_1 \times A_1 + \sum X_2 \times A_2 + \sum X_3 \times A_3) / A_0 = ((3,4 \times 0,006) \times 860 + (4,96 \times 0,006) \times 140) / 1000 = 0,0217$$

Donc

$R_{isolant} > 3$  (correspondant à épaisseur 125mm)

S'il est utilisé un système de fixation avec rupture des ponts thermiques, alors  $\sum X_i = 0$  donc  $R_{isolant} > 2,80$  (correspondant à une épaisseur de 115mm)







#### 2.4.2.3. Buse pour rupture de pont thermique (Fig. n° 7)

Les buses type TELESKOP de chez SFS et manufacturées par la société SM Systeme sont en polypropylène de hauteur à définir en fonction de l'épaisseur de l'isolant.

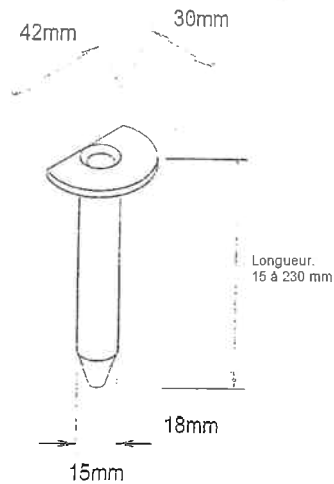


Fig. n°7

#### 2.4.3. Vis de fixation

Support bac acier non perforé :

Vis autoperceuse en acier cimenté -  $\varnothing$  4.8 mm  
type IT2-C- 4,8 x L de la société SFS Intec  
(Pk = 154,7 daN pour support 75/100 mm)

Support bac acier perforé: Vis autoperceuse en acier cimenté -  $\varnothing$  6.3 mm  
type IF2 - 6,7 x L de la société SFS Intec  
(Pk = 264 daN pour support 75/100 mm)

Support béton : Vis béton conforme au cahier du CSTB 3229 de charge limite de service minimale 90 daN

Support bois:

Vis autoperceuse en acier cimenté -  $\varnothing$  4.8 mm  
type IT2-C- 4,8 x L de la société SFS Intec  
(Pk = 393,90 daN pour support bois 23 mm)

#### 2.5. Ecran d'interposition (non fournis par KME)



Il s'agit d'un écran synthétique souple d'interposition respirant (par exemple Delta Vent N, Tyvek VP'X ....).

La perméance minimale de l'écran d'interposition doit correspondre à un  $S_d < 0,09$  m.

## 2.6. Cuivre TECU®

Les feuilles et longues feuilles de cuivre TECU® sont conformes à la norme NF P 34-215-1 (DTU 40.45) « Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en cuivre »

Le cuivre TECU® est du type Cu-DHP désoxydé au phosphore conforme à la norme européenne NF EN 1172 « cuivre et alliage de cuivre – Tôles et bandes pour le bâtiment » définissant les produits en cuivre utilisés dans le secteur de la couverture.

L'état métallurgique de livraison des feuilles de cuivre TECU® est l'état R 240 défini par la norme NF EN 1173.

- Largeur : 500 mm, 600 mm ou 670 mm
- Epaisseur : 0.6 mm ou 0.7 mm

Les finitions possibles :

- TECU® Classic
- TECU® Oxid
- TECU® Patina
- TECU® Zinn

## 3. Fabrication et contrôles

### 3.1 Fabrication du cuivre TECU®

Le cuivre TECU® est fabriqué conformément à la norme EN 1172 à l'usine de KME à Osnabrück (Allemagne) certifiée ISO 9001.

### 3.2. Fabrication des pattes et des vis de fixation

Les pattes de fixation et les buses sont fabriquées par :

La société Maury NZ – Za La Plaisse – 73370 Le Bourget du Lac - France

La société SM –Système dans les usines de :  
SM-Befestigungssysteme – GmbH D – 71634 Ludwigsburg - Allemagne,  
Ladislav Peca, CZ – 73601 Havirov - Okrajova - Rép. Tchèque,  
Et Bjarnes System AB, S – 15138 Södertälje, Hansavägen -Suède

Les vis de fixation sont fabriquées par la société SFS Intec dans l'usine SFS Intec CH – 9435 Heerbrugg, certifiées ISO 9001.



### 3.3 Fabrication de l'isolation thermique

Les isolants thermiques en laine de roche de la société Rockwool sont fabriqués dans les usines de :

- Rockwool France SAS, 63700 Saint Eloy les Mines, France
- Rockwool Peninsular SA, 31380 Caparros, Espagne
- Rockwool Lapinus Productie BV, 6045 JG Roermond, Pays-Bas
- Rockwool Mineralwoll GmbH&Co. OHG, 45966 Gladbeck, Allemagne

L'autocontrôle est réalisé conformément à la norme EN 13162, et fait l'objet d'un suivi dans le cadre de la certification ACERMI, Keymark et du marquage CE.

L'autocontrôle porte notamment sur les points suivants :

a) sur chaîne de fabrication en continu :

- poids, aspect

b) sur produits finis :

- à raison d'un panneau / heure : densité, équerrage, épaisseur, largeur et longueur

- à raison d'un panneau toutes les 2 heures : perte au feu

- à raison d'un panneau / 4 heures / épaisseur : compression à 10 %, traction perpendiculaire

- mensuellement : conductivité thermique, absorption d'eau.

La production applique un plan de qualité interne.

Les contrôles des usines (cf. § 3.1) sont suivis par Rockwool France SAS.

## **4. Mise en œuvre**

### 4.1. Pente de la couverture

La pente de la couverture doit être conforme aux prescriptions du DTU 40.45, c'est à dire au moins égale à 5% (2.86°). La pente maximale est de 173 % (60°).

Les panneaux isolants utilisés sont plats, sauf dans le cas particulier de réalisation de coyaux (Ressauts ou noues encaissées) pour lesquels des panneaux isolants pentés peuvent être utilisés (cf. article 2.3)

### 4.2 Calepinage des fixations

L'espacement des pattes de fixation est fonction de la valeur de résistance admissible au vent du système.

L'entraxe maximal entre pattes est 50 cm.

Les tableaux suivants et la Fig. n°8 permettent de déterminer les entraxes maximum autorisés des fixations.



Hypothèse de calcul :

R<sub>adm</sub> = 48 daN par fixation pour les feuilles de 500 mm

R<sub>adm</sub> = 51 daN par fixation pour les feuilles de 670 mm

Coefficient de sécurité par rapport au vent extrême : 1,65

Les résistances à l'arrachement des fixations définies au § 2.43

Entraxe maximum des fixations (cm) :

Pour les feuilles ou longues feuilles de 500 mm :

sur béton (hauteur de bâtiment inférieure à 20 m pour certaines zones)

sur bac acier, bois (hauteur de bâtiment inférieure à 40 m)

de forme plane ou courbe

bâtiment fermé

Zones (1)	1		2		3		4	
Site	normal	exposé	Normal	exposé	Normal	exposé (4)	Normal (4)	exposé (4)
Partie Courante	50	50	50	50	50	33	33	33
Rive (2)	33	33	33	25	25	25	25	16,5
Egout (3)	25	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	15

(1) : Les zones de vent et sites considérés sont ceux définis par le modificatif n°2 (décembre 99) aux règles NV 65

(2) : La zone de rive s'étend sur une distance correspondant au 1/10 de la hauteur du bâtiment et au maximum au 1/10 de la petite largeur du bâtiment (selon NV 65)

(3) : La définition de la zone d'égout est conforme à la description du DTU 40.45 (resserrement des 3 premières pattes). La largeur d'égout s'étend sur toute la largeur du rampant et comprend les angles de la couverture

(4) : Limité aux bâtiments de hauteur inférieure à 20 m, pour supports béton

Pour les feuilles et longues feuilles de 600 et 670 mm :

sur béton (hauteur de bâtiment inférieure à 20 m)

sur bac acier, bois et béton (hauteur de bâtiment inférieure à 40 m)

de forme plane ou courbe

bâtiment fermé

Zones (1)	1		2		3		4	
Site	normal	exposé	Normal	Exposé	Normal	exposé	Normal	exposé
Partie Courante	50	33	50	33	33	-	-	-
Rive (2)	33	25	25	22	22	-	-	-
Egout (3)	25	16,5	16,5	16,5	16,5	-	-	-

(1): Les zones de vent et sites considérés sont ceux définis par le modificatif n°2 (décembre 99) aux règles NV 65

(2): La zone de rive s'étend sur une distance correspondant au 1/10 de la hauteur du bâtiment et au maximum au 1/10 de la petite largeur du bâtiment (selon NV 65)

(3): La définition de la zone d'égout est conforme à la description du DTU 40.45 (resserrement des 3 premières pattes). La largeur d'égout s'étend sur toute la largeur du rampant et comprend les angles de la couverture

